

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-289236

(43)Date of publication of application : 18.10.1994

(51)Int.Cl.

G02B 6/08

(21)Application number : 05-095177

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 31.03.1993

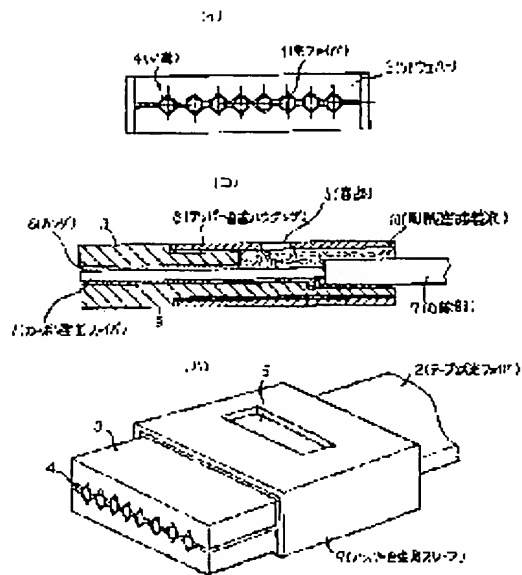
(72)Inventor : KAKII TOSHIAKI  
MIYABE KAZUMICHI

## (54) OPTICAL FIBER ARRAY

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent the crack of a silicon wafer, to enhance mass productivity, to lessen thermal deformation and to realize hermetic sealing by fixing the optical fiber array from its front end to a part of optical fiber glass parts by a binder and fixing the remaining part by an org. adhesive.

**CONSTITUTION:** An array plate of a sandwich type is formed by working V-grooves 4 on the silicon wafer 3 by means of diamond blades. Housings 8 are respectively formed by using an invar alloy. The front ends of the optical fibers 1 are fixed by the solder consisting of an Sb-Pb alloy and contg. Zn, Sb, Al, Ti, etc., and the other parts thereof are fixed by injecting an epoxy heat resistant adhesive from an invar alloy window part 5. The optical fibers are 18 optical fibers coated with carbon. An air vent is necessary in order to realize air relief at the time of adhering and fixing the coating part and the window part 5 or the exposed parts of the optical fibers are preferably formed for this purpose.



Best Available Copy

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.12.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3097385

[Date of registration] 11.08.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
G02B 6/08

識別記号

庁内整理番号

F 1

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数23 F D (全9頁)

(21) 出願番号 特願平5-95177

(22) 出願日 平成5年(1993)3月31日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 柿井 俊昭

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 宮部 一道

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(74) 代理人 弁理士 伊藤 穰 (外1名)

(54) 【発明の名称】 光ファイバアレイ

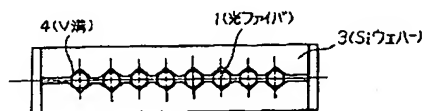
(57) 【要約】

【目的】 光並列伝送に用いるLDアレイやPDアレイと結合する、光ファイバを精度良く配置した光ファイバアレイ。

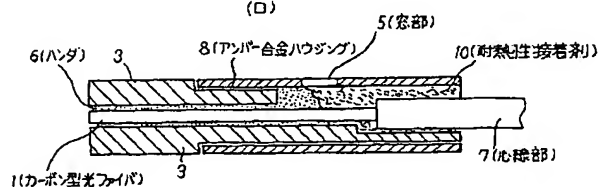
【構成】 (1) 光ファイバ先端部のハンダ固定、(2) 研削加工による光ファイバガイド溝の形成、(3) 完全なハーメチックシール固定のため上下プレートに隙間の形成によりハンダ流入の容易さ、(4) 陽極接合による上下光ファイバとアレイプレートの固定、ハーメチックシール固定等、(5) ハウジングにアンバー合金を用い低熱膨張対策、(6) G I 光ファイバをSM光ファイバの先端に融着接続して、NAの変化やコリメート光の形成、(7) カーボンコートファイバを用いる熱歪対策とハンダ接合。

サンドイッチ型光ファイバアレイ

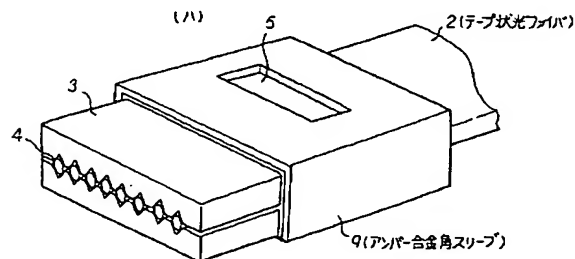
(イ)



(ロ)



(ハ)



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ファイバを位置決め保持する光ファイバアレイにおいて、光ファイバは光ファイバアレイプレートに対して、光ファイバアレイの先端から光ファイバガラス部の一部までハンダで固定され、残部は有機接着剤で固定されていることを特徴とする、光ファイバアレイ。

【請求項 2】 ハンダと有機接着剤との境界部が、光ファイバアレイの上面に設けた窓部或いは光ファイバの上面露出部に設けてあることを特徴とする、請求項 1 記載の光ファイバアレイ。

【請求項 3】 光ファイバとしてカーボンコートファイバを用いることを特徴とする、請求項 1 記載の光ファイバアレイ。

【請求項 4】 ハンダが Pb-Sn 系合金であり、かつ添加材として少なくとも Zn、Sb、Al、Ti、Si、Cu からなる群から選択された少なくとも 1 種以上を含んでいることを特徴とする、請求項 1 記載の光ファイバアレイ。

【請求項 5】 光ファイバを位置決め保持する光ファイバアレイにおいて、光ファイバはシリコン、ガラス、セラミック等の上下プレートから形成されるガイド穴に収納され、その外周部に金属スリーブが形成され、光ファイバ及び該プレートと金属スリーブの隙間の一断面はすべてハンダでシール固定されていることを特徴とする、光ファイバアレイ。

【請求項 6】 金属スリーブが Ni-Fe 系アンバー合金製であることを特徴とする、請求項 5 記載の光ファイバアレイ。

【請求項 7】 光ファイバガイド穴から流入したハンダが、該プレートと金属スリーブの隙間に連続して流入している構造になっていることを特徴とする、請求項 5 記載の光ファイバアレイ。

【請求項 8】 光ファイバをクランプする上下プレート間に隙間があることを特徴とする、請求項 5 記載の光ファイバアレイ。

【請求項 9】 光ファイバを位置決め保持する光ファイバアレイにおいて、光ファイバを保持する V 溝の底部の少なくとも片面は R 面を有するアレイプレートにより構成され、光ファイバがアレイプレートによりサンドイッチクランプされていることを特徴とする、光ファイバアレイ。

【請求項 10】 V 溝底部の R が  $5 \mu\text{m}$  以上であることを特徴とする、請求項 9 記載の光ファイバアレイ。

【請求項 11】 アレイプレートが Si で形成され、V 溝面側が金属コーティングされており、光ファイバの先端がハンダで上下のアレイプレートと固定されていることを特徴とする、請求項 9 記載の光ファイバアレイ。

【請求項 12】 上下のアレイプレート外側に、上下プレート及び光ファイバを加圧する板バネを備えているこ

とを特徴とする、請求項 9 記載の光ファイバアレイ。

【請求項 13】 板バネが Ni-Fe 系アンバー合金であることを特徴とする、請求項 12 記載の光ファイバアレイ。

【請求項 14】 光ファイバを位置決め保持する光ファイバアレイにおいて、光ファイバガイド穴を形成する光ファイバアレイの上下プレートが陽極接合で接合されていることを特徴とする、光ファイバアレイ。

【請求項 15】 光ファイバは、少なくとも一方が Si で形成され、他方がガラスまたはガラス薄膜を形成した Si で形成されていることを特徴とする、請求項 14 記載の光ファイバアレイ。

【請求項 16】 光ファイバと上下プレートとの隙間が、光ファイバとアレイプレートの V 溝斜辺と光ファイバとの隙間より大きいことを特徴とする、請求項 14 記載の光ファイバアレイ。

【請求項 17】 光ファイバを位置決め保持する光ファイバアレイにおいて、光ファイバガイド穴を形成するアレイプレート他に、Ni-Fe 系アンバー合金が光ファイバ心線部固定部の一部に使用されていることを特徴とする、光ファイバアレイ。

【請求項 18】 アンバー合金プレートとアレイプレートが光ファイバ心線部を挟み込むように形成されていることを特徴とする、請求項 17 記載の光ファイバアレイ。

【請求項 19】 アンバー合金が角スリーブ形状をしており、その内部に光ファイバを保持するアレイプレートが一部挿入されていることを特徴とする、請求項 18 記載の光ファイバアレイ。

【請求項 20】 光ファイバを位置決め保持する光ファイバアレイにおいて、基幹光ファイバが単一モード光ファイバで構成され、その先端に一定長の分布屈折率型光ファイバが融着接続されて光ファイバアレイ先端部に位置決め収納されていることを特徴とする、光ファイバアレイ。

【請求項 21】 基幹光ファイバ、分布屈折率型光ファイバの少なくとも一方がカーボン光ファイバであることを特徴とする、請求項 20 記載の光ファイバアレイ。

【請求項 22】 少なくとも単一モード光ファイバと分布屈折率型光ファイバとの融着部を位置決めする光ファイバアレイプレートの光ファイバガイド穴部が、他のガイド穴部より大きく拡大されていることを特徴とする、請求項 20 記載の光ファイバアレイ。

【請求項 23】 光ファイバを位置決め保持する光ファイバアレイにおいて、光ファイバを固定する接着剤は、 $260^{\circ}\text{C} \times 10$  秒の加熱においてガス発生量が重量比 1% 以下であることを特徴とする、光ファイバアレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光並列伝送に用いる L

DアレイやPDアレイと結合する、光ファイバを精度良く配置した光ファイバアレイに関するものである。

#### 【0002】

【従来の技術】例えば、シリコン（以下、単にSiという）をエッチング加工して形成したV溝で光ファイバを挟み込んで位置決めする構造の光ファイバアレイが知られている（1985年、10月発行、Journal of Lightwave Technology vol. LT-3 No. 5, 1159頁）。また、特開平4-86802号公報には、2つのL字型磁石を対向させて光ファイバを挟み込む構造の光ファイバアレイが知られている。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の光ファイバガイド用V溝は、Siエッチング加工により形成しているために、V溝先端で応力集中が発生し、Siアレイが欠けてしまうという問題を有していた。また、LDアレイやPDアレイと光ファイバアレイを調心固定する場合は、ハンダ接合やYAGレーザを用いるために、光ファイバアレイにも熱が伝導し、200℃以上に加熱される。

【0004】そのために、部品組立状態によりミクロンオーダーで歪が発生し、結合部が劣化したり、光ファイバアレイ周辺の接着剤からガス発生が起こったり、或いは結露して特性が劣化する等の問題を有していた。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、従来の光ファイバアレイが有していた課題、即ち① エッチングV溝Siの欠け、割れ、② 光ファイバのハーメチックシールによる固定、③ 熱変形対策、④ レンズ内蔵光ファイバアレイなどについて種々検討した結果、

【0006】(1) 光ファイバ先端部のハンダ固定、(2) 研削加工による光ファイバガイド溝の形成、(3)

完全なハーメチックシール固定のため上下プレートに隙間の形成によりハンダ流入の容易さ、(4) 陽極接合による上下の光ファイバアレイプレートの固定とハーメチックシール固定及び熱歪対策、(5) ハウジングにアンバー合金を用いることによる低熱膨張対策、(6) GI光ファイバをSM光ファイバの先端に融着接続し、一定長の光ファイバアレイ先端に設けることによりNAを変化させたり、コリメート光を形成できること、(7)

カーボンコートファイバを用いる熱歪対策とハンダ接合を可能とする等の手段を講ずることにより、本発明を完成するに至った。

【0007】すなわち、本発明は、基本的に下記の実施態様に示される構造により特徴づけられる。

① 光ファイバが、光ファイバアレイプレートに対して光ファイバアレイの先端から光ファイバガラス部の一部までハンダで固定され、残部は有機接着剤で固定されている光ファイバアレイを提供する。また、(イ) ハンダと有機接着剤との境界部が、光ファイバアレイの上面に

設けた窓部或いは光ファイバの上面露出部に設けてある点にも特徴を有する。(ロ) 光ファイバとしてカーボンコートファイバを用いる点にも特徴を有する。また、

(ハ) ハンダがPb-Sn系合金であり、かつ添加材として少なくともZn、Sb、Al、Ti、Si、Cuのいずれかである点にも特徴を有する。更に、

【0008】② 光ファイバはシリコン、ガラス、セラミック製等の上下プレートから形成されるガイド穴に収納され、その外周部に金属スリーブが形成され、光ファイバ及び該プレートと金属スリーブの隙間の一断面はすべてハンダでシール固定されている光ファイバアレイをも提供する。また、(イ) 金属スリーブがNi-Fe系アンバー合金製である点にも特徴を有する。また、(ロ) 光ファイバガイド穴から流入したハンダが、該プレートと金属スリーブの隙間に連続して流入している構造になっている点にも特徴を有する。また、(ハ) 光ファイバをクランプする上下プレート間に隙間がある点にも特徴を有する。また、

【0009】③ 光ファイバを保持するV溝の底部の少なくとも片面はR面を有するアレイプレートにより構成され、光ファイバがアレイプレートによりサンドイッチクランプされている光ファイバアレイをも提供する。また、(イ) V溝底部のRが5μm以上である点にも特徴を有する。また、(ロ) アレイプレートがSiで形成され、V溝面側が金属コーティングされ、光ファイバの先端がハンダで上下のアレイプレートと固定されている点にも特徴を有する。また、(ハ) 上下のアレイプレート外側に、上下プレート及び光ファイバを加圧する板バネを備えている点にも特徴を有する。また、(ニ) 該板バネがNi-Fe系アンバー合金である点にも特徴を有する。更に、

【0010】④ 光ファイバガイド穴を形成する光ファイバアレイの上下プレートが陽極接合で接合されている光ファイバアレイをも提供する。また、(イ) 光ファイバは、少なくとも一方がSiで形成され、他方がガラスまたはガラス薄膜を形成したSiで形成されている点にも特徴を有する。また、(ロ) 光ファイバと上下プレートとの隙間が、光ファイバとアレイプレートのV溝斜辺と光ファイバとの隙間より大きい点にも特徴を有する。更に、

【0011】⑤ 光ファイバガイド穴を形成するアレイプレートの他に、Ni-Fe系アンバー合金が光ファイバ心線部固定部の一部に使用されている光ファイバアレイをも提供する。また、(イ) アンバー合金プレートとアレイプレートが光ファイバ心線部を挟み込むように形成されている点にも特徴を有する。また、(ロ) アンバー合金が角スリーブ形状をしており、その内部に光ファイバを保持するアレイプレートが一部挿入されている点にも特徴を有する。更に、

【0012】⑥ 基幹光ファイバが単一モード光ファイ

バで構成され、その先端に一定長の分布屈折率型光ファイバが融着接続されて光ファイバアレイ先端部に位置決め収納されている光ファイバアレイをも提供する。また、(イ) 基幹光ファイバ、分布屈折率型光ファイバの少なくとも一方がカーボン光ファイバである点にも特徴を有する。また、(ロ) 少なくとも単一モード光ファイバと分布屈折率型光ファイバとの融着部を位置決めする光ファイバアレイプレートの光ファイバガイド穴部が、他のガイド穴部より大きく拡大されている点にも特徴を有する。更に、

⑦ 光ファイバを固定する接着剤は、 $260^{\circ}\text{C} \times 10$ 秒の加熱においてガス発生量が重量比 1% 以下である光ファイバアレイをも提供する。

【0013】以下、本発明を図面などを参考にして更に詳細に説明する。図 1 は、本発明のサンドイッチ型光ファイバアレイの構造を示す模式図である。図 1 - (イ) はその横断面を示す模式図であり、図 1 - (ロ) は縦断面図であり、図 1 - (ハ) はその斜視図である。図 1 において、1 は光ファイバ、2 はテープ状光ファイバ、3 は Si ウエハー、4 は V 溝、5 は窓部、6 はハンダ、7 は心線部、8 はアンバー合金ハウジング、9 はアンバー合金角スリーブ、10 は耐熱性接着剤である。

【0014】図 2 は、図 1 のサンドイッチ型光ファイバアレイに限定されずに、光ファイバ及び上下プレート 20 と金属スリーブ 21 との隙間形成によるハンダ固定の状態を示す光ファイバアレイの構造を示す模式図である。

【0015】図 2 - (イ) はその横断面を示す模式図であり、図 2 - (ロ) は図 2 - (イ) における A - A' の縦断面図であり、図 1 - (ハ) はその光ファイバアレイの LD モジュール固定の状態を示す模式図である。図 2 において、1 は光ファイバ、3 は Si ウエハー、6 はハンダ、7 は心線部、8 はアンバー合金ハウジング、10 は耐熱性接着剤、20 は上下プレートの隙間、21 は角スリーブ又はプレススリーブである。

【0016】図 3 は、本発明の光ファイバアレイに用いるバネ性スリーブ及び Si ウエハー加工の状況を示す模式図である。図 3 - (a) は角スリーブ型バネ性スリーブの斜視図を示し、図 3 - (b) はプレス型バネ性スリーブの斜視図を示し、図 3 - (c) は加工に供する Si ウエハーの V 溝形成を示す斜視図並びにダイヤモンド製 V 字ブレードを用いる V 溝の研削加工の状態を示す概略図であり、図 3 - (d) は V 溝形成した Si ウエハーの切断処理の状態を示す斜視図である。図 3 において、3 は Si ウエハー、4 は V 溝、5 は窓部、11 はダイヤモンド製 V 字ブレードである。

【0017】図 4 は、本発明の陽極接合型光ファイバアレイの構造を示す模式図である。図 4 において、2 はテープ状光ファイバ、3 は Si ウエハー、4 は V 溝、5 は窓部、12 はプレート型アンバー合金、13 は陽極接合

面、14 はガラスまたはガラス蒸着した Si ウエハーである。

【0018】図 5 - (イ) ~ (ニ) は、本発明の陽極接合型光ファイバアレイにおける各種 V 溝構成例を示す Si ウエハーの横断面を示す断面図である。図 5 において、1 は光ファイバ、3 は Si ウエハー、4 は V 溝、14 はガラスまたはガラス蒸着した Si ウエハーである。

【0019】図 6 は、本発明の先端分布屈折率型 SM 光ファイバアレイの外観を示す模式図である。図 6 -

(イ) はその平面図であり、図 5 - (ロ) は縦断面図である。図 6 において、2' は多心光ファイバテープ、15 は GI 光ファイバ、16 は SM 光ファイバ、17 は融着部対応 V 溝拡大部、18 は V 溝アレイプレートである。

【0020】(1) ハーチックシール：LD アレイモジュール等の信頼性は管理上重要な課題であるが、光ファイバをハンダ固定することにより実現できる。また、ハンダが光ファイバ被覆部まで接触すると、被覆が溶解し、多量のガス発生が生じるので、ハンダは光ファイバガラス部のみを固定するのが良い〔実施態様①〕。

【0021】ハンダは超音波振動を与えながら光ファイバ先端から送り込むのが普通であるが、その後の被覆部の接着固定時に空気逃げを実現するには、エアイベントが必要であり、そのために、例えば図 1 の (ロ) に示すように窓部 5 或いは光ファイバの露出部を設けておくことが良い〔実施態様① - (イ)〕。即ち、窓部 5 或いは光ファイバの露出部でハンダと接着剤の境界を作ることになる。さらに、このような窓部或いは光ファイバの露出部を設けておく効果として、更に窓部或いは光ファイバの露出部で隙間が広がるので、ハンダ上昇の上限ストップになるし、従って光ファイバの位置制御につながる。

【0022】ところで、光ファイバはハンダ固定時に  $200^{\circ}\text{C}$  以上の熱作用を受けるので、光ファイバ表面のクラックが急成長し、光ファイバが破断し易くなるが、光ファイバとして予めカーボンコートしてあるものを用いると、クラックの成長を抑制できる〔実施態様① - (ロ)〕。

【0023】そのためには、光ファイバを構成するガラスの接合に適するハンダが必要である。そのハンダとして通常の Pb - Sn 系合金に、Zn、Sb、Al、Ti、Si、Cu などの添加材を加えることにより、酸素を媒介にした可能となる〔実施態様① - (ハ)〕。

【0024】その場合に、ハンダに対する上記添加材の配合量はハンダ 100 重量部当たり 0.01 ~ 5 重量部、好ましくは 0.05 ~ 1.5 重量部である。添加材の配合量が 0.01 重量部未満の場合、ガラスに対する十分な接合力が得られないし、また 5 重量部を越えて配合しても接合力が向上しないし、むしろハンダ自体の性状を損なう。

【0025】光ファイバアレイは、LD モジュールにハ

ンダで固定するが、完全にハーメチックシールが必要とする場合には、図2に示されるように角スリーブ又はプレススリーブ21とSiウエハー3やガラスアレイ14との隙間20が重要である。

【0026】そこで、図2-(イ)、(ロ)に示すように光ファイバ先端から注入したハンダ6がこの隙間20に回り込むように設計しておけば、A-A'断面は完全にハーメチックシールされ、LDモジュールと角スリーブ又はプレススリーブ21の外周をハンダでシール固定するようにすると、図2-(ハ)に示すように全体をハーメチックシールすることができる。すなわち、上下プレートに隙間20があると、ハンダがスリーブに流入し易いものである〔実施態様②、②-(イ)、(ロ)、(ハ)〕。

【0027】接着剤も耐熱性がもちろん要求され、260℃×10秒の加熱で重量比減1%を越えるものはLDレンズ等に再付着して劣化の恐れがあるので、260℃×10秒の加熱でガス発生量が重量比1%以下である接着剤、例えばエポキシ系接着剤が望ましい(実施態様⑦)。

【0028】(2) 光ファイバアレイ構造：図1の(ロ)に示すように、アンバー合金で同様にハウジングを形成し、窓部5或いは光ファイバの上面露出部を作るとハンダ固定も容易になる〔実施態様①-(イ)〕。光ファイバアレイ構造とは、基本的に図1に示すサンドイッチ型と図3に示す陽極接合型とに区分される。

【0029】サンドイッチ型とは、図5に示されるようにSi-V溝のアレイプレート18で光ファイバを挟み込む構造である(実施態様③)。この場合、光ファイバを保持するV溝の底部の少なくとも片面はR面を有するアレイプレートにより構成されている必要がある。すなわち、Si-V溝のアレイプレート18、18のV溝の底部は両面がR面を有しても或いは片面のみR面を有しており他の面がフラットであっても同様の効果が期待できる。更にその外周よりアンバー合金でバネ加圧することにより光ファイバの組立てが容易になる〔実施態様③-(ハ)〕。

【0030】アンバー合金は、Ni-Fe系合金である〔実施態様③-(ニ)〕。例えば、42%Niの場合に熱膨張率が $4.4 \times 10^{-6}$  (30~300℃)で小さく、36%Niの場合に熱膨張率が $2.0 \times 10^{-6}$ 程度まで低膨張化できて、光ファイバアレイをLDモジュールに固定する時に、熱を印加しても変形が少ないという利点を有している。

【0031】図2-(b)に示すように、プレス成形したバネ性スリーブにしても良いしまた角スリーブにしても良い〔実施態様③-(ロ)〕。更に、図2の(c)に示すように、アレイV溝をダイヤモンド刃を用いた研削加工で形成することにより、V溝底部に5μm以上のR部を付けることができる〔実施態様③-

(イ)〕。

【0032】そのために、従来のエッチングV溝では応力集中欠けが多発していたのを防止できる。図2の(C)では、V字ダイヤモンドブレード(刃)を用いてウエハーに連続加工したチップをキクリ返している状態を示す。特に、図2の(d)に示すように、連続加工したチップをキクリ返して光ファイバをサンドイッチするので、同一ピッチで高精度に位置決めできる〔実施態様③-(ロ)〕。

【0033】図3に陽極接合型の光ファイバアレイ外觀図を示すが、上下アレイを完全に一体化できるので、側面のハーメチックシールは完全になる〔実施態様③-(ニ)〕。陽極接合はシリコンウエハー(単にSiという)3とパイレックスガラス、アミノ珪酸ガラス等のガラス又はガラス蒸着したSi11等を接合し、約400℃、1000V程度印加することにより接合を行うものである〔実施態様④、④-(イ)〕。

【0034】光ファイバと上下プレートとの隙間が、光ファイバとアレイプレートのV溝斜辺と光ファイバとの隙間より大きいようにすることが望ましい〔実施態様④-(ロ)〕。このように光ファイバと上下プレートとの隙間が、光ファイバとアレイプレートのV溝斜辺と光ファイバとの隙間より大きくないと、高精度位置決めの点で好ましくない。

【0035】ガラス14内部のNaイオンが電界により移動し、Si-O結合が発生する。SiとSiを結合する場合は、図3に示されるように片面のSiにガラスを薄膜蒸着したもの14を用いると、50~60Vの低電圧でも接合できる。この場合に、予め上下プレート12を陽極接合した後に、光ファイバ1を挿入することになり作業が楽にできる〔実施態様④-(イ)〕。

【0036】図4(イ)~(ニ)に示すように、陽極接合型光ファイバアレイにおけるV溝形状は各種タイプに適用できる。特に、V溝に光ファイバを押しつけて固定する場合は、上プレートと光ファイバのクリアランスを大きく取れ、挿入作業性もより楽になる〔実施態様④、④-(ロ)〕。また、ガラス14は透明なのでハンダ充填具合の観察も容易になる。また、次に説明するように、図5に示されるGI光ファイバ15付きSM光ファイバ16の位置確認も容易になる(実施態様⑥)。

【0037】(3) LDアレイモジュール：また、光ファイバガイド穴を形成するアレイプレートの他に、Ni-Fe系アンバー合金が光ファイバ心線部固定部の一部に使用されている光ファイバアレイとするのが望ましい(実施態様⑤)。

【0038】Ni-Fe系アンバー合金が光ファイバ心線部固定部の一部に使用されていないと、熱変形歪みの点で好ましくない。更に、アンバー合金プレートとアレイプレートが光ファイバ心線部を挟み込むように形成されるのが望ましい〔実施態様⑤-(イ)〕。この場合

に、この構造を採用することにより剛性向上の点で良い。

【0039】また、アンバー合金が角スリーブ形状をし、かつその内部に光ファイバを保持するアレイプレートが一部挿入されるようにすることにより、信頼性の点で良い〔実施態様⑤- (ロ) 〕。

【0040】LDアレイモジュールに光ファイバアレイを調心結合する際に、集光用には従来はセフォックレンズ（商品名）を用いて個別に作成していたために、LDとセフォックレンズ調心固定及びセフォックレンズと光ファイバアレイとの調心固定という2段階の調心を実施していた。そのために、作業が大変でコストアップとなり、かつ損失増も大きかった。

【0041】本発明では、図5に示されるように前述した光ファイバアレイにGI光ファイバ15を一定長融着したSM光ファイバ16を用いることにより、NAの変換や光のコリメート系などの目的に応じて光処理を光ファイバアレイに内蔵した形で実現できる（実施態様⑥）。

【0042】GI光ファイバ15とSM光ファイバ16とは融着接続時に自動調心して融着する。外径は等しい方が好ましいが、20～30%程度の差は、融着時にガラスの自己調心が作用するので問題は少ない。

【0043】なお、同様に、カーボンコート光ファイバを用いると信頼上好ましい〔実施態様⑥- (イ) 〕。この場合に、融着時の熱でカーボンを除去することにより、GI光ファイバ15とSM光ファイバ16の融着部が容易に識別でき、画像処理を用いた自動切断、研磨システムもやり易くなる〔実施態様⑥〕。

【0044】GI光ファイバ16は目的に応じて $\Delta n$ やコア径を設定すればよく、専用のものを用意するとよい。外径まで全てコア材でも勿論構わない。また、融着部はサブミクロンオーダーで外径が変化する場合が多いので、図5に示すように、ガイド溝（融着部対応V溝拡大部）17に逃げ部を作っておくと、高精度な位置決めをやり易い〔実施態様⑥- (ロ) 〕。逃げ部をSM光ファイバ16側全体に拡げてもよい。先端のGI光ファイバ15を正確に位置決めすればよい。

【0045】なお、光ファイバ位置決めに関しては、多心光コネクタ等でも実施されているが、本発明では調心永久固定でかつハーメチックシールを実現するものであり、従来の多心光コネクタとは全く異なるものである。

【0046】

【実施例】本発明は下記の実施例により具体的に説明するが、これらは本発明の範囲を制限しない。シリコンウエハーにダイヤモンドブレードでV溝加工を行い、サンドイッチ型と陽極接合型のアレイプレートを作成した。V溝の偏心は $\pm 0.3 \mu\text{m}$ で加工した。

【0047】また、図1に示すようにアンバー合金を用いてハウジングをそれぞれ作成し、光ファイバをSb-

Pb系合金でZn、Sb、Al、Ti、等を含むハンダで先端を約4mm程度固定し、他の部分をエポキシ系耐熱性接着剤（260℃×10秒加熱下のガス発生量が0.1%である）でアンバー合金窓部5より注入して固定した。

【0048】光ファイバはカーボンコートされた18心光ファイバであり、ピッチは $250 \mu\text{m}$ のもので実施した。また、光ファイバ外径は $125 \pm 0.3 \mu\text{m}$ のものを使用し、コア偏心もすべて $0.3 \mu\text{m}$ 以内のものをを用いて組立後、1心と18心目を基準にして他の光ファイバの偏心を測定すると、平均 $0.4 \mu\text{m}$ で最大でも $0.8 \mu\text{m}$ とすべて $1.0 \mu\text{m}$ 以内に抑えることができた。

【0049】陽極接合型では、シリコンウエハーとパイレックスとを400℃、1000Vで接合した。また、サンドイッチ型では、V溝底部Rは $20 \mu\text{m}$ のサイズで加工したので、取扱時や衝撃テストでも割れるものは1ケもなかった。

【0050】

【発明の効果】以上の通り、本発明の特定の光ファイバアレイの構造を採用したので、以下の効果が得られる。

① R付きV溝ガイドを用いるので、シリコンウエハーの割れを防止でき、量産性の高いV溝加工の光ファイバアレイにできる。

② ハンダ固定を組合せることにより、ハーメチックシールを実現できる。

③ アンバー合金を組合せることにより、熱変形を低減できる。

④ レンズ内蔵の光ファイバアレイとすることにより、従来のLDモジュールとの調心工程を1回で完了できる。

【0051】⑤ カーボンコートファイバを用いることにより、信頼性の高い光ファイバアレイが得られる。

⑥ 陽極接合型光ファイバアレイにより、側面ハーメチックシールをより確実にし、熱変形しにくい構造を実現した。

⑦ アンバー合金ハウジングでサンドイッチアレイを加圧することにより、光ファイバの取付けが容易になった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のサンドイッチ型光ファイバアレイの構造を示す模式図である。

【図2】図2は、光ファイバ及び上下プレートと金属スリーブの隙間形成によるハンダ固定の状態を示す光ファイバアレイの構造を示す模式図である。

【図3】本発明の光ファイバアレイに用いるバネ性スリーブ及びSiウエハー加工の状況を示す模式図である。

【図4】本発明の陽極接合型光ファイバアレイの構造を示す模式図である。

【図5】本発明の陽極接合型光ファイバアレイにおける各種V溝構成例を示すSiウエハーの状態を示す断面図

である。

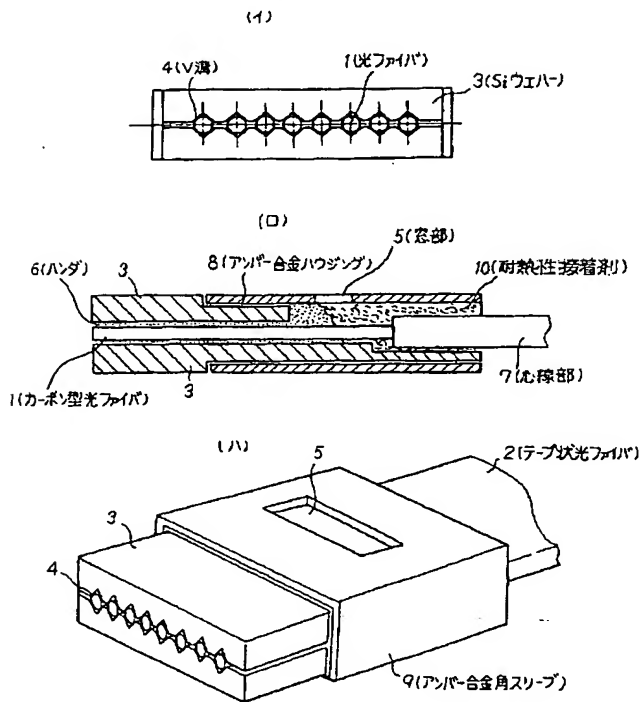
【図 6】本発明の先端分布屈折率型 S M 光ファイバアレイの外観を示す模式図である。

【符号の説明】

- 1 光ファイバ
- 1' カーボンコート型光ファイバ
- 2 テープ状光ファイバ
- 2' 多心光ファイバテープ
- 3 S i ウエハ
- 4 V 溝
- 5 窓部
- 6 ハンダ
- 7 心線部

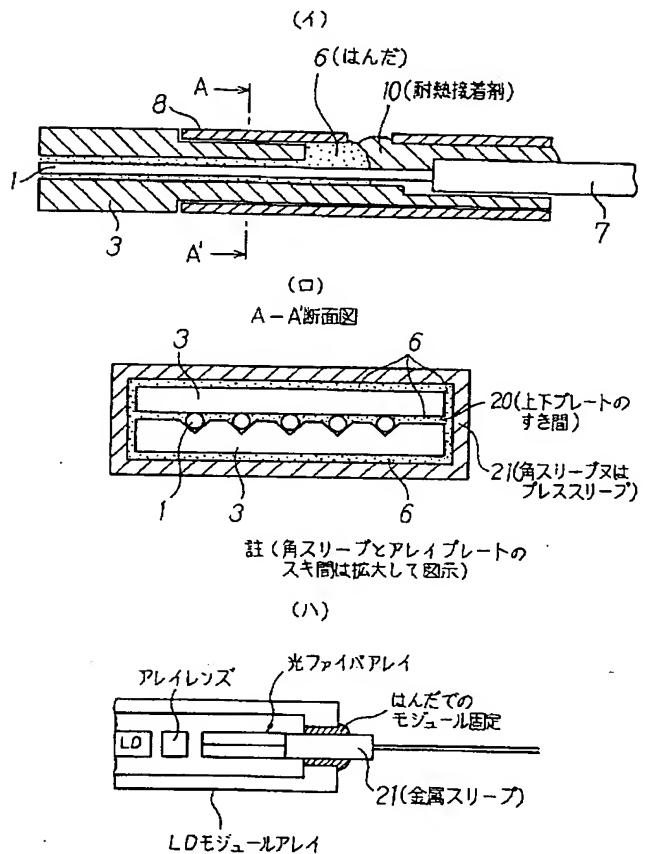
【図 1】

サンドイッチ型光ファイバアレイ



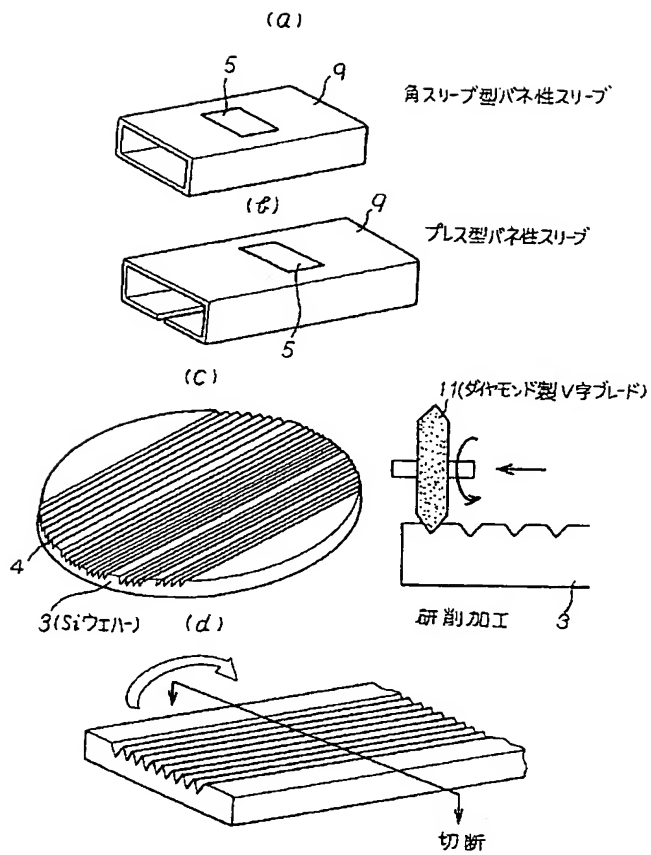
- 8 アンバー合金ハウジング
- 9 アンバー合金角スリーブ
- 10 耐熱性接着剤
- 11 ダイヤモンド製 V 字ブレード (刃)
- 12 プレート型アンバー合金
- 13 陽極接合面
- 14 ガラス又はガラス蒸着した S i ウエハ
- 15 G I 光ファイバ
- 16 S M 光ファイバ
- 10 17 融着部対応 V 溝拡大部
- 18 V 溝アレイプレート
- 20 上下プレートの隙間
- 21 角スリーブ又はプレススリーブ

【図 2】



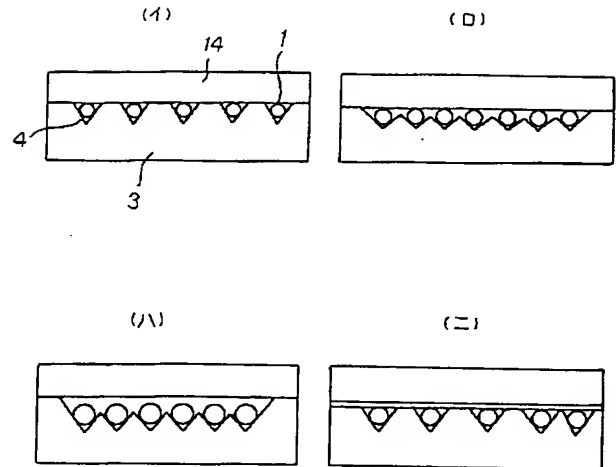


【図 3】



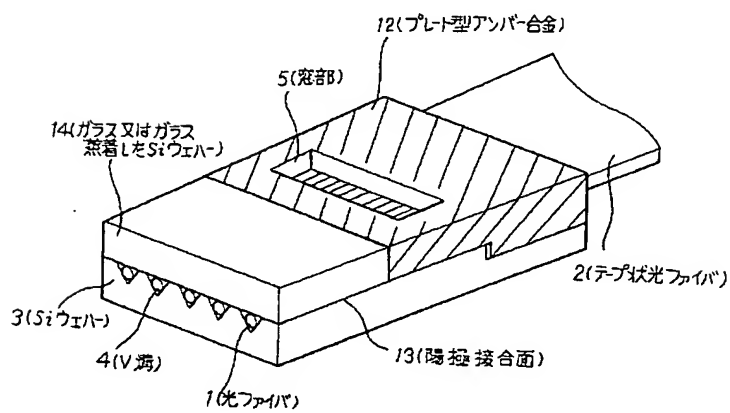
【図 5】

陽極接合型光ファイバアレイ  
の各種V溝構造例



【図 4】

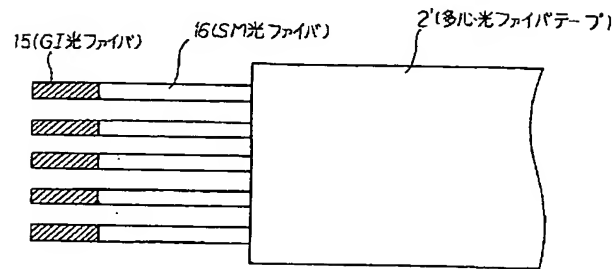
陽極接合型光ファイバアレイ



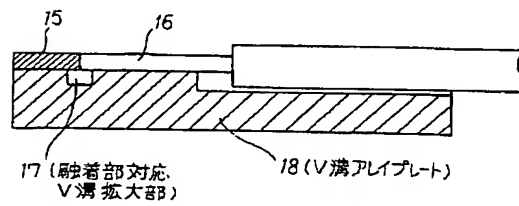
【 図 6 】

先端分布屈折率型 SM 光ファイバアレイ

(イ)



(ロ)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**